أعمال المؤتمر الجغرافي
السادس عشر

"دراسات جغرافية في البيئات الليبية ــ واقع و تحديات"

تنظيم قسم الجغرافيا بكلية الآداب ــ جامعة طبرق
بالتعاون مع الجمعية الجغرافية الليبية
(1 - 2 - 3/مارس/2022م)

المجلد الثاني

تحرير:
د. جمعة أرحومة الجالي أ.د.سميرة محمد العياطي

تنسيق:
د.أميرة أحمد عثمان د.محمود محمد سليمان
د. بشير محمد الطيب

مراجعة لغوية:
د.نوارة منصور بلحوق د.سالم مرجان الدبوس

منشورات
جامعة طبرق
الطبعة الأولى 2022 م

منشورات جامعة طبرق

ليبيا - طبرق

www.ut.edu.ly

info@ut.edu.ly

رقم الإيداع القانوني : 255 / 2022 دار الكتب الوطنية

رقم الإيداع الدولي : ردمك ISBN 978 - 9959 - 838 - 12 - 4

الوكالة الليبية للترقيم الدولي الموحد للكتاب - دار الكتب الوطنية بنغازي

الاخراج الفني

أنور الشريف الأمين

لجـــان المؤتمـــر

اللجنة الرئيسية

د. حسن علي حسن	رئيس الجامعة والرئيس الشرفي للمؤتمر
د. جمعة أرحومة الجالي	رئيـــس المؤتمـــر
أ.د. وليد شعيب ادم	وكيل الجامعة للشؤون العلمية
د. إدريس عبد الصادق رحيل	عميد كلية الآداب
أ.منير هلال لامين	الكاتب العام

اللجنة العلمية للمؤتمر

أ.د. سميرة محمد العياطي	رئيسًا
أ.د. هويدي عبد السلام الريشي	عضـــوًا
أ.د. يوسف محمد زكري	عضـــوًا
أ.د. خالد محمد بن عمور	عضـــوًا
أ.د. الهادي عبد السلام عليوان	عضـــوًا
د.جمعة أرحومة الجالي	عضـــوًا
د. سالم عبد الرسول المهدي	عضـــوًا
د. عبد السلام أحمد الحاج	عضـــوًا

اللجنة التحضيرية للمؤتمر

د. أميرة أحمد عثمان	رئيسًـــا
د. محمود محمد سليمان	عضـــوًا
د. بشير محمد عبد السلام	عضـــوًا
د. زياد عبد العزيز ابريك	عضـــوًا
أ. عادل محمد عمر	عضـــوًا
أ.صلاح إبراهيم موسى	عضـــوًا

تقدير الإشعاع الشمسي، واختيار أنسب المواضع لمحطات الطاقة الشمسية بمناطق (جالو، هون، سبها، مرزق)

1د. ريم علي الزردومي 2أ. سعد رجب لشهب 2أ. بسمة سليمان الغويل
1محاضر بقسم الصحة البيئية كلية الصحة العامة، جامعة بنغازي
2 محاضر بقسم الموارد والبيئة كلية الآداب والعلوم المرج، جامعة بنغازي

الملخص

ناقشت هذه الورقة تقدير الإشعاع الشمسي واختيار أنسب المواضع لمحطات الطاقة الشمسية بمناطق (جالو، هون، سبها، مرزق)، واعتمدت الدراسة على تقدير معدلات الإشعاع الشمسي للأعوام (2021، 2022، 2023)، حيث هدفت الدراسة إلى تحديد المناطق التي تحقق الاستفادة في استخدام الطاقة الشمسية، واختيار وتحديد مواضع إقامة المحطات وفقاً لمعايير ثابتة عن طريق بناء نماذج الملائمة المكانية للوصول إلى موازنة يتم من خلالها تحديد هذه المواضع، وتم الاعتماد على عدة مناهج وأساليب للدراسة منها المنهج الإقليمي، ومنهج التحليل المكاني، والأسلوب الكمي التحليلي، والأسلوب الإحصائي، بالإضافة إلى أسلوب المعايير المتعددة، ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها أن أعلى قيمة للإشعاع الشمسي المقدر للشهور تركزت في مدينة مرزق حيث بلغت (6.6) كيلو واط ساعة/م^2، خلال العام 2022، تركزت أعلى متوسط لقيم الاشعاع الشمسي المقدر لعام 2021 ماقيمته (9.8) في مدينة مرزق، في حين أن أدنى متوسط بلغ (2.3) في مدينة سبها ، وتركز أعلى متوسط لقيم الإشعاع الشمسي المقدر (9.4) لعام 2023 في مدينة هون في حين أن أدنى متوسط لنفس العام بلغ (3.5) في مدينة مرزق.

الكلمات المفتاحية : محطات الطاقة الشمسية، الإشعاع الشمسي، أسلوب المعايير المتعددة.

Solar radiation assessment and selection of the most suitable locations for solar plants in the regions (Galo, Hun, Sabha, Murzuq)

Abstract:

This paper discussed solar radiation estimation and the selection of the most suitable locations for solar plants in the regions (Galo, Hun, Sebha and Murzuq). The study was based on solar radiation estimates for the years (2021, 2022, 2023). The study aimed to identify regions that would benefit from the use of solar energy and to select and locate stations according to fixed standards by building spatial appropriatability models in order to arrive at a balance of locations. Several methods and methods were used, including the regional method, the spatial analysis method, the analytical quantitative method, the statistical method and the multiple standards method. The main findings were that the highest solar radiation value for months was concentrated in Murzuq, where During 2022, the highest average solar radiation values for 2021 (9.8) were in Marzuq, while the lowest average was 2.3 in Sabha, and the highest average solar radiation values for 2023 (9.4) were in Hun, while the lowest average for the same year was 3.5 in Marzuq.

Keywords: Solar Power Plants, Solar Radiation, Geographic Information Systems, Multiple Standards Method.

1.مقدمة

تعد شبكة الطاقة الكهربائية في معظم البلدان قديمة إلى حد كبير ومركزية وقائمة على أساس غير متجدد، حيث أن مصادر الطاقة اليوم تتطلب إجراءات تنظيمية من إجراء تخفيضات حادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وغازات الاحتباس الحراري من مصادر الطاقة المستخدمة، وبالتالي أصبح الاستخدام الواسع النطاق لمصادر الطاقة المتجددة إلزامياً (Papageorgas2013، Smart Solar Panels).

وتعد الطاقة الشمسية إحدى الخيارات الاستراتيجية الرئيسة لتلبية الاحتياجات المستقبلية والمحلية والعالمية من الطاقة لذا فأنها تمتاز بتوافرها في معظم دول العالم، علاوة على كونها طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة ولا تحدث ضوضاء، كما يمكن تصنيعها محليا بما يتلاءم مع واقع واحتياجات تنمية العديد من المجالات، والطاقة الشمسية طاقة متجددة وباقية إلى الأبد بمعنى أنها مصدر مأمون لا يمكن احتكاره" (فتحي وشومان، 2018).

وأكدت التجارب العالمية وجود علاقة وطيدة فيما بين نجاح التنمية وما يتم توفيره من طاقة تحركها وتديرها، وتعد الطاقة الشمسية من أكبر مصادر الطاقة المتجددة على سطح هذا الكوكب فالأرض تستقبل ما يعادل 10 أضعاف الطاقة المدخرة في جميع احتياطات الطاقة غير المتجددة (الحاج، 2016).

فقد هيمنت الطاقة الشمسية على الاستثمار العالمي في توليد الطاقة الجديدة بشكل لم يسبق له مثيل في عام 2017، وأضاف العالم مستويات قياسية جديدة للطاقة المتجددة التي وصلت إلى 98 جيجاوات من الطاقة الشمسية الجديدة، والذي يفوق بكثير الإضافات الصافية لأي تكنولوجيا أخرى، كما اجتذبت الطاقة الشمسية استثمارات أكثر بكثير بلغت 160.8 مليار دولار بزيادة 18%، مقارنة بأي تقنية أخرى، وشكلت نحو 57% من مجموع الموارد المتجددة في العام الماضي، باستثناء الموارد المائية الضخمة البالغة 279.8 مليار دولار، وهي أعلى من الاستثمار الجديد في طاقة توليد الفحم والغاز بما يقدر بنحو 103 مليارات دولار (الحاج، 2016).

وتقع منطقة الدراسة في قلب الحزام الشمسي ويتراوح متوسط الاشعاع السنوي ما بين (3000ـ 3500) ساعة/ السنة، وهذا الإشعاع مرتفع ويصل في بعض المناطق الليبية الى (2m/ 6Kw)، كما صنفت بعض الدراسات موارد الطاقة الشمسية في ليبيا من الأعلى على مستوى العالم كونها تتميز بمعدلات إشعاع مرتفعة معظم أيام السنة تتدرج من (2m/Kw 1900) في السنة على ساحل البحر المتوسط الي ما يزيد عن (28002m /Kw) في السنة في مناطق الصحراء (الصيد، 2018).

ونظراً لاتساع المنطقة ووقوعها ضمن الصحراء الليبية ما جعلها تمتلك إمكانات سطوع كبيرة تشجعها على استخدام هذا المصدر، كذلك اتساع النطاق

الصحــراوي الــذي يمثــل حــوالي 80 % مــن مســاحة ليبيــا والــذى يســمح باســتغلاله لإقامــة محطــات لتوليــد الطاقــة الشمســية ونقــل إنتاجهــا مــن الكهربــاء إلى المــدن, إذ يبلــغ الإشــعاع الشــمسي قرابــة 2800 كيلــو وات/ ســاعة للمــتر المربــع في الســنة بالصحــراء الليبيــة فليبيــا قــادرة عــن إنتــاج 7% مــن الإنتــاج العالمــي للطاقة الشمســية (نــدار وبالحــاج، 2021).

إن اســتخدام الطاقــة الشمســية في إنتــاج الكهربــاء في العديــد مــن المناطــق النائية والريفيــة يســاعد عــلى تحســين مســتوى المعيشــة وتوفــير احتياجــات هــذه المناطــق من الكهربــاء بالتكلفــة المناســبة لهــم، عــلاوة عــلى تحســين نوعيــة الحيــاة لمــا يوفــره مــن خدمــات تعليميــة وصحيــة أفضل لســكان هــذه المناطــق (فتحــي وشــومان، 2018).

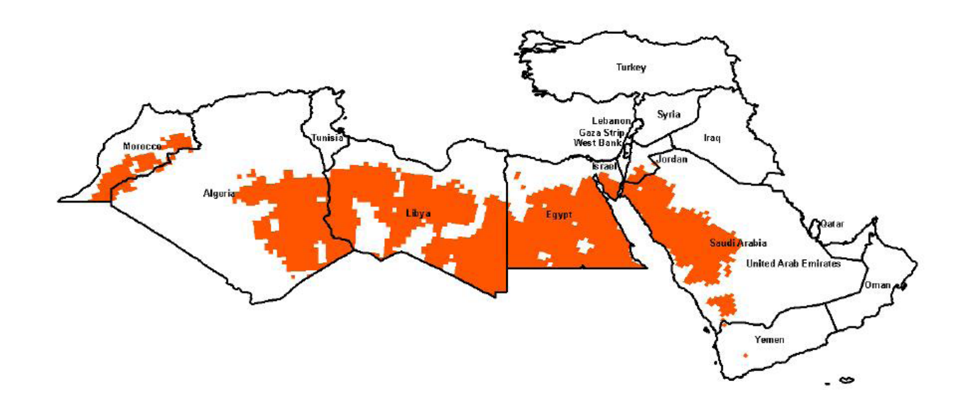
وتعــد الطاقــة الشمســية مــن أهــم مصــادر الطاقــة المتجــددة بليبيــا، وتســعى الدولــة جاهــدة لتطويــر مجــال اســتخدامها عــلى الرغــم مــن أن الاهتمــام باســتغلالها يعــد حديثــا وبحكــم الموقــع الجغــرافي أو الفلكــي بــين دائرتــي عــرض 45 .18 و 57. 32 فــإن الأشــعة الشمســية تصــل إلى 8 كيلــو وات /الســاعة للمــتر المرابــع الواحــد، وســاعات الســطوع –3200 4000 ســاعة في الســنة، وتبلــغ كميــة الطاقــة الشمســية الســاقطة عــلى مســاحة ليبيــا خــلال ســنة واحــدة 350×103(3.5مليــارات) كيلــووات / ســاعة وهــو مــا يفــوق 100000 مــرة للاحتيــاج الــكلي للكهربــاء المتوقعــة في ليبيــا لعــام 2040 (قليــة، 2019).

جدول (1) مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة ونسبة وجودها في ليبيا

البترول	الغاز الطبيعي	الطاقة الشمسية	طاقة الرياح
احتياطي بأكثر من 43 بليون برميل من النفط	احتياطي بأكثر من 10 بليون برميل من الغاز	إشعاع شمسي بمتوسط 2470 Kwhim21 day	سرعة رياح بمتوسط عالي بمناطق متعددة
		ثاني أعلى إشعاع بالعالم	موقع عالمي جذاب

المصدر: عمر علي شنب، وآخرون،2016، ص7.

مــن خــلال هــذه الدراســة تبيّــن أن الظــروف الطبيعيــة والبشريــة لمنطقــة الدراســة تســاعد إلى حــداً كبيــر عــلى اســتغلال الطاقــات المتجــددة المتاحــة في إقامــة العديــدة مــن المشــاريع التنمويــة المســتدامة حيــث أن منطقــة الدراســة تطــول فيهــا مــدة الســطوع بحيــث تتجــاوز 10 ســاعات في متوســطها العــام ممــا يرفــع مــن إمكانيــة إنتــاج معــدلات عاليــة مــن الطاقــة، ويُعــد اســتخدام الطاقــات المتجــددة مــن أبــرز الاتجاهــات في التنميــة المســتدامة.



5 kWh/m2/day

شكل (1) يوضح مناطق أكثر من الحد الأدنى لتركيز الإشعاع الشمسي الشهري يكون فيها التركيز اكبر من

2. مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة في كيفية اختيار أنسب المواضع لإقامة محطات الطاقة الشمسية من خلال التعرف علي كميات الإشعاع الشمسي السنوي، وتقديره مستقبلاً للوصول الي أنسب المواقع لإقامة محطات الطاقة الشمسية.

3. تساؤلات الدراسة

1 ـ أين تتركز أعلى المتوسطات وأدناها لقيم الإشعاع الشمسي في نطاق منطقة الدراسة؟

2 - ما هي الشروط الملائمة لاختيار مواقع محطات الطاقة الشمسية؟

4. أهداف الدراسة

1ـ تحديد المناطق التي تحقق الاستفادة في استخدام الطاقة الشمسية.

2 ـ اختيار وتحديد مواضع إقامة المحطات وفقاً للمعايير الأنسب لتجميع الطاقة الشمسية.

5. أهمية الدراسة

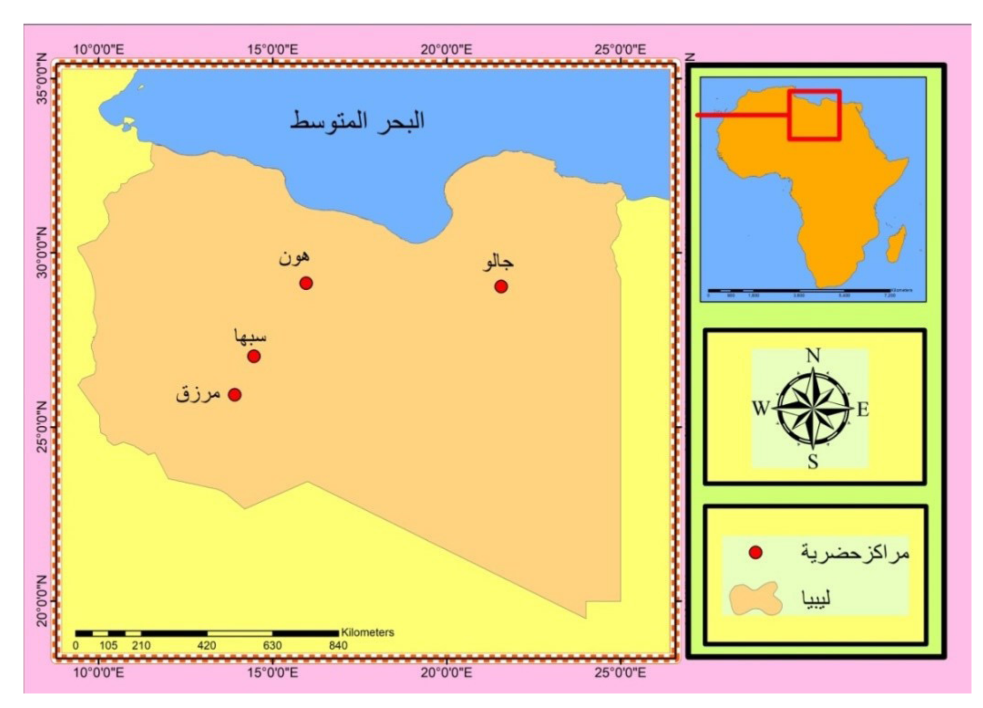
1ـ تعد الطاقة الشمسية أحد البدائل المهمة للطاقة الكهربائية كونها طاقة دائمة غير ناضبة.

2ـ تقصي إمكانية استغلال هذا الفضاء الصحراوي الشاسع بما يحقق مصدر دخل للدولة ومصدراً بديلاً للطاقة.

6. موقع منطقة الدراسة وحدودها :

تقع المحطات المستهدفة بالدراسة، والمتمثلة في مناطق سبها وهون ومرزق

وجالـو في النطـاق الصحــراوي لليبيـا بـين دائرتـي عـرض 29.30.00 و25.53.24شـمالاً، وخطـي طـول 21.37.48 و13.58.12شرقـاً، شـكل (2).



المصدر: عمل الباحث باستخدام Arc Map10.5،

شكل (2) منطقة الدراسة.

1.6ـ الحـدود الزمنيـة: اعتمـدت الدراسـة عنـد إجـراء عمليـة التقديـر عـلى بيانـات الإشـعاع الشـمسي اليوميـة والشـهرية للسـنوات (2021، 2022، 2023).

2.6 ـ الحـدود الموضوعيـة: ركـزت الدراسـة عـلى تقديـر الإشـعاع الشـمسي بمـدن سـبها ومـرزق وهـون وجالـو باسـتخدام نمـاذج الارتفاعـات الرقميـة ومقارنتهـا مـع البيانـات المقاسـة في محطـات الارصـاد المناخيـة.

3.6ـ محطات الإرصاد الجوية المستهدفة بالدراسة:

جدول (2) محطات منطقة الدراسة

الرقم الدولي	المحطة	الارتفاع عن مستوى سطح البحر	المسافة عن البحر المتوسط/ كم	الاحداثيات	
				N	E
62161	جالو	59	225	29 – 02	021 – 34
62131	هون	267	241	29 – 07	015 – 57
62124	سبها	435	606	27 ـ 01	014 – 27
ـــ	مرزق	446	754	25 ـ 56	013، ـ 57

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس.

7 ـ مناهج الدراسة وأساليبها:

1.7ـ المنهــج الإقليمــي: في دراســة إمكانيــات اســتخدام الطاقــة الشمســية في الإقليــم الصحــراوي الواقــع في الجنــوب الليبــي، والــذي قــد تعمــم نتائجــه عــلى نظــيره مــن الأقاليــم في المنطقــة العربيــة.

2.7 ـ منهــج التحليــل المكانــي: تــم الاعتمــاد عــلى هــذا المنهــج في إبــراز الاختلافــات المكانيــة وتحليلهــا بمنطقــة الدراســة.

3.7ـ الأســلوب الكمــي التحليــلي: للتعامــل مــع البيانــات المتعلقــة بالعنــاصر المناخيــة، وتحليلهــا وتمثيلهــا في جــداول وأشــكال بيانيــة.

4.7ـ أســلوب المعايــير المتعــددة: الــذي يهــدف إلى التوصــل إلى نمــوذج نهائــي يُمكــن الحكــم مــن خلالــه عــلى مــدى الملاءمــة المكانيــة، لإنشــاء محطــات طاقــة شمســية، جــدول (3).

تــم حســاب المناســيب والانحــدار عــلى نمــوذج الارتفــاع الرقمي DEM نــوع Srtm بدقــة مكانيــة 30×30 مــتر، وتــم اســتخدام النمــوذج بعــد عمليــة الأســقاط والإرجــاع الجغــرافي UTM 1984 Proget cordenat systems واقتصــاص منطقــة الدراســة، وإجــراء عمليــة تحليــل الســطوح بتحليــل فئــات الانحــدار للســطح مــن خــلال صنــدوق أدوات التحليــل والانتقــال Spatial Analyst Tools ثــم اختيــار Surfaceثــم Slope وتحديــد فئــات الانحــدار بعــد ذلــك لتطبيــق معيــار ميــل ســطح الأرض بالدرجــات وتحويــل الجــزء المقتــص مــن نمــوذج الارتفــاع الرقمــي مــنVictor إلى Raster ثــم رســم مناطــق اســتخدامات الأرض مــن المرئيــة الفضائيــة.

5.7ـ تحديد المعايير وأوزانها:

تعــد عمليــة تحديــد المعايــير وأوزانهــا مــن الخطــوات المهمــة في إعــداد النمــوذج النهائــي للملائمــة المكانيــة، وهــو بشــكل عــام يعتمــد عــلى نــوع البيانــات المكانيــة التــي يتــم الاعتمــاد عليهــا في معرفــة المواضــع المناســبة لإنشــاء هــذه المحطــات.

6.7 ـ تحليل المسافات: Path Distance

وهــو تحليــل مرتبــط بعمليــة المطابقــة لأوزان المعايــير حيــث يتــم حســاب البعــد عــن كل معيــار مــن المعايــير المســتخدمة في عمليــة الملائمــة، كشــبكة الطــرق واســتخدامات الأرض بحيــث تقــاس مســافة البعــد بالكيلــو مــتر، باســتخدام أداة Dis-tance ثـــم أداة Distance Path .

7.7ـ إعادة تصنيف المعايير: Reclassify

حيــث صنفــت المعايــير إلى رتــب تبــين مــدى صلاحيــة البعــد والقــرب عــن كل معيــار بالنســبة لمحطــات الطاقــة الشمســية، ويتــم إعــادة تصنيــف المعايــير مــن صنــدوق أدوات Tool Box Arc ثــم Spatial Analyst Tools، ثــم اتيــار أداة Reclass ومنهــا إلى Reclassify، بعــد ذلــك يتــم تصنيــف المعايــير برتــب رقميــة مــن 1ـ 7.

جدول (3) معايير انسب مواضع تجميع الطاقة الشمسية

نوع المعيار	المعيار	الفئات	الملائمة
تقني	الاشعاع الشمسي (كيلو وات/متر مربع/يوم)	اكبر من 8 6 ـ 8 4.5 ـ 6 أقل من 4.5	عالية متوسطة قليلة غير ملائمة
	ميل سطح الأرض (درجة)	0 ـ 3 3 ـ 5 5 ـ 10 اكبر من 10	عالية متوسطة قليلة غير ملائمة
اقتصاد بيئي	البعد عن شبكة الطرق (كم)	اكبر من 5 اصغر من 5	ملائم غير ملائم
	البعد عن الشواطئ (كم)	اكبر من 5 اصغر من 5	ملائم غير ملائم
	البعد عن المدن (كم)	اكبر من 5 اصغر من 5	ملائم غير ملائم
	البعد عن المطارات (كم)	اكبر من 3 اقل من 3	ملائم غير ملائم
قيود	حدود التجمعات العمرانية	ـــــ	غير ملائم
	الاراضي الزراعية	ـــــ	
	السبخات		

المصدر: جمعة محمد داود وآخرون، تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الادارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير،الملتقى الوطني الحادي عشر لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الأمام عبدالرحمن بن فيصل،13 ، ابريل، 2017.

8.7 ـ الأسلوب الإحصائي:

تم الاعتماد عليه في تحليل البيانات المناخية للمدة الزمنية (1990ـ 2020) لمحطات جالو وهون وسبها ومرزق، والتي تم تفريغها وتحليلها باستخدام برنامج Excel 2010 Microsoft لاستخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتمثيل البياني للجداول.

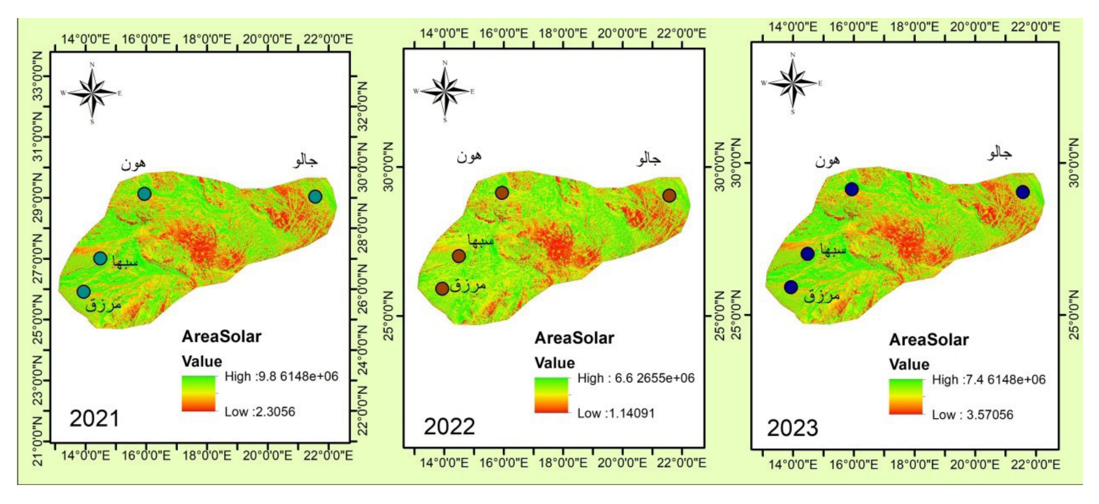
9.7ـ تقدير الإشعاع الشمسي للمدة الزمنية (2021 ـ 2023)

تم تقدير كمية الإشعاع الشمسي بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM عن طريق تحديد ارتفاع كل منطقة عن مستوى سطح البحر ويتم تقدير الإشعاع الشمسي بطريقتين هما:

1 ـ تقدير الإشعاع الشمسي لنقطة محددة عن طريق أداة Point Solar Radiation.

2 ـ تقدير الإشعاع الشمسي لمساحة كبيرة عن طريق أداة Area Solar Radiation .

وذلك من خلال صندوق أدوات التحليل، ثم الانتقال إلى Spatial Analyst Toolsومنه إلى Solar Radiation ثم Area Solar Radiation ثم إدخال طبقة Ship Fail بعد ذلك تم تحديد السنوات المطلوب تقديرها، وتحديد الشهور والساعات، فيبدأ البرنامج في إجراء عملية التحليل ويكون ناتج العملية نموذج ارتفاع رقمي جديد متدرج الألوان لكل لون قيمة رقمية توضح كمية الإشعاع الشمسي في كامل المساحة، شكل (3)، أما بالنسبة للنقاط تظهر القيم في جدول خاص لكل نقطة.



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي.

شكل (3) تباين قيم الإشعاع الشمسي المقدر على كامل المساحة المستقطعة.

8 ـ الدراسات السابقة:

دراسة جاد الرب، (2013)، بعنوان "الطاقة المتجددة في مصر (دراسة في الجغرافية الاقتصادية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية)" وتناولت الدراسة عدة مواضيع في الطاقة المتجددة في مصر، واستخدمت اسلوب المعايير المتعددة لتحديد أفضل المواقع لاستغلال الطاقة المتجددة واتضح من الدراسة ان النصف الجنوبي من شبة جزيرة سيناء وشمال ووسط الصحراء الغربية ومناطق متفرقة بالصحراء الشرقية أكثر ملائمة لطاقة الرياح.

دراسة إبراهيم، (2016)، بعنوان "تقدير مركبة الإشعاع الشمسي المنتشر لعدد من المناطق الليبية"، هدفت الدراسة الى تقدير مركبة الإشعاع الشمسي المنتشر لعدد 16 موقعا موزعة جغرافيا على شمال ووسط وجنوب البلاد وهي طرابلس، سرت، بنينة، إجدابيا، شحات، طبرق، غدامس، القريات، هون، جالو، الجغبوب، غات، سبها، تازربو، الكفرة، ونالوت، وقد اعتمدت على بيانات تم الحصول عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوية في ليبيا، والتي تغطي مدة ثلاثين سنة (1976ـ 2005)، وتشمل الرطوبة النسبية وساعات السطوع للشمس، وعليه اعتمد لتقدير هذا الاشعاع في بقية المواقع الليبية المذكورة، وقد تبين أن متوسط الإشعاع الشمسي المنتشر على سطح أفقي في ليبيا، $2.0976 kw.h/m2$.

أما يقترب شعاع الشمسي الكلي الساقط على سطح أفقي لنفس المواقع فقد تم حسابه باستخدام نموذج دقنيايوكس وليمون الذي يعتمد على ساعات السطوع. ، وقد وجد أن زوايا الميلان المثلى السنوية (1 ـ 61) ° ووجد أن زوايا الميلان للمواقع المختارة تتراوح لمدن سبها وغات والكفرة وتازربو إلى °26، وهذه النتائج تعد جوهرية لأية منظومة تجميع طاقة شمسية يزمع تركيبها في أي من المواقع المذكورة أو المناطق القريبة.

دراسة داود وآخرين، (2017)، بعنوان "تحديد أفضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية في منطقة مكة المكرمة الادارية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير" تطرقت الدراسة إلى تطبيق أسلوب نظم المعلومات الجغرافية متعددة المعايير لتحديد أنسب المواقع لتجميع الطاقة الشمسية اعتمادا على مجموعة من الشروط والمعايير المطلوبة سواء الجغرافية أو الفنية أو البيئية أو الاقتصادية للحصول على نموذج ملائمة رقمي يوضح أفضل مواقع إنشاء محطات الطاقة الشمسية وقامت الدراسة بتحديد المعايير المطلوبة وفقا للمواصفات العالمية وإنشاء قاعدة بيانات جغرافية رقمية لهذه الاشتراطات في نظام معلومات جغرافي متكامل بهدف الحصول على نموذج الملائمة المكانية المطلوب.

دراسة عبد الخالق، (2018)، بعنوان : "التوزيع الأمثل لمواقع استغلال الطاقة الشمسية بمحافظة النعيرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" استهدفت الدراسة الى معرفة معدلات الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة وتطبيق التقنيات الحديثة لتحديد المناطق التي تحقق الاستفادة في استخدام الطاقة الشمسية مستقبلا والخروج بخرائط توضح أعلى وادنى مناطق الاستفادة من كميات الطاقة الشمسية، وذلك باستخدام المنهج الاقليمي في دراسة امكانيات الطاقة الشمسية، واستخدام منهج التحليل المكاني لإبراز الاختلافات المكانية وتحليلها بمنطقة الدراسة وتطبيق أسلوب المعايير المتعددة الذي يهدف إلى نموذج نهائي يمكن الحكم من خلاله على مدى الملائمة المكانية لإنشاء محطات طاقة شمسية.

دراسة مرعي، (2018)، بعنوان: "الملائمة المكانية لاختيار محطة طاقة شمسية لقرية صيدا" وضعت الدراسة طريقة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) متعددة المعايير في دراسة إمكانية توافر عدد من المعايير الطبيعية والاقتصادية والبيئية في بقعة مكانية محددة، بالإضافة لتحديد أفضل موقع لاختيار محطة طاقة شمسية بناءً على عدة معايير تؤخذ بعين الاعتبار كميل السطح، والاشعاع الشمسي، واستخدامات الأرض والشبكة الكهربائية. وتم حساب عدد الألواح الشمسية اللازمة لتوفير حاجة القرية من الكهرباء حيث بلغت 150 لوح شمسي يحتوي كل لوح على 2 خلية شمسية.

9ـ التحليل الإحصائي لبيانات السطوع الشمسي للمدة الزمنية (1990ـ 2020)

تم تحليل المتوسطات والانحرافات المعيارية وحسابها وفق جدول (4) اعتماداً على البيانات المناخية لمحطات الدراسة للمدة (1990ـ 2020) وذلك على النحو التالي:

جدول(4) متوسطات السطوع الشمسي اليومي للسنوات (1990-2020)

السنوات	المنطقة							
	سبها		مرزق		هون		جالو	
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
1990	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
1991	8.99	1.93	9.14	1.79	8.85	2.08	8.84	2.08
1992	8.98	1.94	9.13	1.79	8.84	2.08	8.83	2.08
1993	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
1994	8.99	1.93	9.14	1.79	8.85	2.08	8.84	2.08
1995	8.99	1.93	9.13	1.79	8.85	2.08	8.84	2.08
1996	8.98	1.94	9.12	1.79	8.83	2.08	8.83	2.08
1997	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
1998	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
1999	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2000	9.98	1.94	9.12	1.79	8.83	2.08	8.83	2.08
2001	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2002	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2003	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2004	8.98	1.94	9.12	1.79	8.83	2.08	8.83	2.08
2005	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2006	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2007	8.99	1.93	9.13	1.79	8.84	2.08	8.84	2.08
2008	6.21	2.72	6.35	2.72	6.07	2.72	3.32	4.42
2009	8.98	1.94	9.11	1.79	8.83	2.07	8.83	2.08
2010	8.98	1.93	9.11	1.79	8.83	2.07	8.83	2.08
2011	8.97	1.93	9.12	1.79	8.83	2.07	8.83	2.07
2012	8.97	1.94	9.10	1.79	6.07	2.72	8.82	2.07
2013	3.44	4.53	6.33	2.79	6.05	2.79	6.05	2.79
2014	8.95	1.93	9.08	1.79	8.81	2.07	8.80	2.07
2015	8.95	1.93	9.09	1.79	6,04	2.79	0.50	1.13
2016	6.19	2.72	6.33	2.72	6.05	2.71	6.05	2.71
2017	6.19	2.79	6.32	2.79	6.04	2.79	8.80	2.07
2018	3.44	4.53	0.82	1.16	3.29	4.52	3.29	4.52
2019	6.19	2.79	6.32	2.79	6.04	2.79	8.80	2.07
2020	9.09	1.85	9.22	1.71	8.95	1.99	3.18	6.22

المصدر: بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، data sources.com www.climate .

لوحـظ مـن بيانـات الجـدول (4) أن مدينـة سـبها سـجلت أعـلى متوسـط حيـث بلغ (9.98) بانحـراف معيـاري قـدره (1.94) عـام 2000، تليهـا مدينـة مـرزق بمتوسـط بلـغ (9.22) وانحـراف معيـاري قـدره (1.71) عـام 2020 خـلال المـدة الزمنيـة (1990ـ 2020)، في حـين أن أدنـى متوسـط بلـغ (0.50) بانحـراف معيـاري قـدره (1.13)، وذلـك في مدينـة جالـو خـلال العـام 2015 .

إن الاختـلاف في قيـم الإشـعاع الشـمسي في منطقـة الدراسـة يعـود إلى حركـة الشـمس الظاهريـة بحكـم موقعهـا بالنسـبة لدوائـر العـرض واختـلاف زاويـة سـقوط الإشـعاع الشـمسي ممـا أدى إلى تبايـن كميـة الأشـعة الواصلـة إلى منطقـة الدراسـة شـهرياً وفصليـاً وسـنوياً نتيجـة الإختـلاف في عـدد سـاعات سـطوع الشـمس.

10ـ تقدير الإشعاع الشمسي للمدة الزمنية (2021 ـ 2023)

1.10ـ تقدير الإشعاع الشمسي لبعض شهور السنة للمناطق المستهدفة بالدراسة:

جدول (5) تقدير قيمة الإشعاع الشمسي
لبعض شهور السنة للمناطق المستهدفة بالدراسة

السنوات / المدينة	قيمة الإشعاع الشمسي المقدر/ كيلو واط ساعة/م²		
	2021	2022	2023
جالو	4.1	1.9	4.0
هون	0.5	5.0	3.5
سبها	1.6	6.2	7.2
مرزق	3.5	8.5	4.3

المصدر: تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام أداة Solar Radiation

من خلال الجدول (5) المتعلق بتقدير كمية الإشعاع الشمسي للمدة الممتدة (1ـ يونيوـ 2021) حتى (15ـ اكتوبرـ 2021) لمحطات جالو وهون وسبها ومرزق، باستخدام تحليلات الاشعاع الشمسي لكل محطة من المحطات المستهدفة بالدراسة كل 10 أيام لكل حقبة قياس تقديرية بفاصل زمني قدره 2 ساعة، تبين أن قيمة الإشعاع الشمسي الكلي المقدر الساقط على مدينة جالو بلغ (4.1) كيلو واط ساعة/م²، في حين بلغت قيمة الاشعاع الشمسي الكلي المقدر الساقط على مدينة هون (0.5) كيلو واط ساعة/م²، وهي الاقل في معدل الاشعاع الشمسي المقدر في منطقة الدراسة، أما مدينة سبها فقد بلغت قيمة الإشعاع الشمس الكلي المقدر الساقط عليها ((1.6) كيلو واط ساعة/م²، أما مدينة مرزق وهي الأعلى قيمة بلغ الإشعاع الشمسي المقدر الساقط عليها (3.5) كيلو واط ساعة/م².

في حين أن قيمة الإشعاع الشمسي الكلي المقدر للفترة الممتدة (1ـ يونيوـ 2022) حتى (15ـ اكتوبرـ 2022) بلغت كمية الإشعاع الشمسي الساقطة على مدينة جالو بلغ (1.9) كيلو واط ساعة/م²، أما في مدينة هون فقد وصلت قيمة الإشعاع الشمسي الكلي المقدر (5.0) كيلو واط ساعة/م²، في حين ترتفع هذه القيمة لتصل إلى (6.2) كيلو واط ساعة/م²، في مدينة سبها، وتزداد قيمة الاشعاع الشمسي الكلي المقدر الساقط على مدينة مرزق لتصل إلى (8.5) كيلو واط ساعة/م².

أمــا قيمــة الاشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر للمــدة الممتــدة (1ـ يونيــو ـ 2023) حتــى (15ـ اكتوبــر ـ 2023) عــلى مدينتــي جالــو ومــرزق بلغــت (4.0) و (4.3) كيلو واط ســاعة/ م² عــلى التــوالي، لــكل 10 أيــام بفاصــل زمنــي قــدره 2 ســاعة، في حــين أن هــذه القيمــة تناقصــت في مدينــة هــون حيــث بلغــت قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عليهــا (3.5) كيلــو واط ســاعة/ م²، في حــين تزايــدت هــذه القيمــة بشــكل كبــير في مدينــة ســبها حيــث بلغــت قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عليهــا (7.2) كيلــو واط ســاعة/ م².

2.10 ـ تقدير قيمة الإشعاع الشمسي لكل شهور السنة للمناطق المستهدفة بالدراسة:

جدول (6) تقدير قيمة الإشعاع الشمسي
لكل شهور السنة للمناطق المستهدفة بالدراسة

السنوات	قيمة الإشعاع الشمسي المقدر/ كيلو واط ساعة/م²		
المدينة	2021	2022	2023
جالو	3.6	1.1	7.4
هون	4.2	1.4	9.4
سبها	2.3	4.6	6.6
مرزق	9.8	6.6	3.5

المصدر: تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام أداة Solar Radiation.

مــن خــلال الجــدول (6) المتعلــق بتقديــر كميــة الإشــعاع الشــمسي للمحطــات قيــد الدراســة خــلال شــهور الســنة 2021، تبــين أن قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عــلى مدينــة جالــو بلــغ (3.6) كيلــو واط ســاعة/م²، كمــا قُــدرت قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي الســاقط عــلى مدينــة هــون (4.2) كيلــو واط ســاعة/م²، أمــا قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عــلى مدينــة ســبها بلغــت (2.3) كيلــو واط ســاعة/م²، في حــين ســجلت مدينــة مــرزق أعــلى قيمــة للإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عليهــا حيــث وصــل إلى (9.8) كيلــو واط ســاعة/م².

في حــين أن قيمــة الاشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط لــكل الشــهور للعــام 2022عــلى مدينــة جالــو بلــغ (1.1) كيلــو واط ســاعة/م² وهــذه القيمــة متقاربــة نوعــاً مــا مــع قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عــلى مدينــة هــون والــذي بلــغ (1.4) كيلــو واط ســاعة/م²، في حــين بلغــت قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط عــلى مدينــة ســبها (4.6) كيلــو واط ســاعة/م²، أمــا مدينــة مــرزق فقــد اســتحوذت عــلى أعــلى قيمــة مقــدرة مــن الإشــعاع الشــمسي وبلغــت (6.6) كيلــو واط ســاعة/م².

ووصلــت قيمــة الإشــعاع الشــمسي الــكلي المقــدر الســاقط لــكل الشــهور للعــام

2023 عــلى مدينــة جالــو (7.4) كيلــو واط ســاعة/م²، وفي مدينــة هــون (9.4) كيلــو واط ســاعة/ م²، وبلــغ في مدينــة ســبها (6.6) كيلــو واط ســاعة/ م²، أمــا في مدينــة مــرزق بلــغ (3.5) كيلــو واط ســاعة/ م².

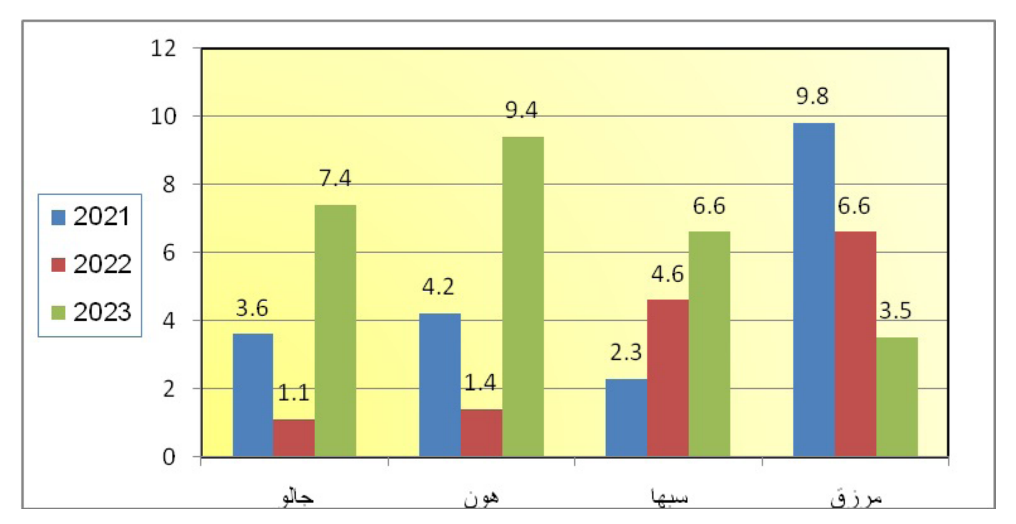
جــدول (7) المتوســطات الحســابية والإنحرافــات المعياريــة للقيــم المقــدرة للإشــعاع الشــمسي في المناطــق المدروســة لــكل منطقــة للســنوات (2021،2022،2023)

المنطقة	السنوات	الإشعاع الشمسي المقدر/ كيلو واط ساعة/م²	★المتوسط	★الانحراف المعياري
جالو	2021	3.6	4.0	3.1
	2022	1.1		
	2023	7.4		
هون	2021	4.2	5	4.0
	2022	1.4		
	2023	9.4		
سبها	2021	2.3	4.5	2.1
	2022	4.6		
	2023	6.6		
مرزق	2021	9.8	6.6	3.1
	2022	6.6		
	2023	3.5		

المصدر: تحليل نموذج الارتفاع الرقمي **DEM** باستخدام أداة **Solar Radiation** جدول(5،6).

★ اعتمادا على **Excel 2010 Microsoft**

مــن خــلال الجــدول (7) المتعلــق بحســاب المتوســطات الحســابية، والانحرافــات المعياريــة للقيــم المقــدرة للإشــعاع الشــمسي لــكل منطقــة مــن المناطــق المســتهدفة بالدراســة للســنوات (2021 ،2022 ،2023) بلــغ المتوســط العــام للإشــعاع الشــمسي المقــدر في مدينــة جالــو (4.0)، وانحــراف معيــاري (3.1)، في حــين ســجلت مدينــة هــون متوســطاً قــدره (5)، وانحــراف معيــاري (4.0) خــلال ســنوات الدراســة التقديريــة، أمــا مدينــة ســبها فقــد ســجلت متوســطاً بلــغ (4.5) وانحرافــا معياريــا(2.1)، في حــين أن مدينــة مــرزق ســجلت أعــلى متوســط بمقــدار (6.6)، وانحرافــا معياريــا (3.1)، خــلال ســنوات الدراســة التقديريــة، شــكل (4).



المصدر: جدول (7)

شكل (4) التباين في قيم الإشعاع الشمسي المقدر
للمناطق المستهدفة بالدراسة للفترة (2021ـ 2023).

جدول (8) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقيم المقدرة للإشعاع الشمسي للمناطق المدروسة لمدة عام كامل للسنوات (2023،2022،2021)

	قيمة الإشعاع الشمسي المقدر / كيلو واط ساعة/م²		★المتوسط	★الانحراف المعياري
2021	جالو	3.6	4.9	3.3
	هون	4.2		
	سبها	2.3		
	مرزق	9.8		
2022	قيمة الإشعاع الشمسي المقدر / كيلو واط ساعة/م²		المتوسط	الانحراف المعياري
	جالو	1.1	3.2	2.6
	هون	1.4		
	سبها	4.6		
	مرزق	6.6		
2023	قيمة الإشعاع الشمسي المقدر / كيلو واط ساعة/م²		المتوسط	الانحراف المعياري
	جالو	7.4	6.7	2.4
	هون	9.4		
	سبها	6.6		
	مرزق	3.5		

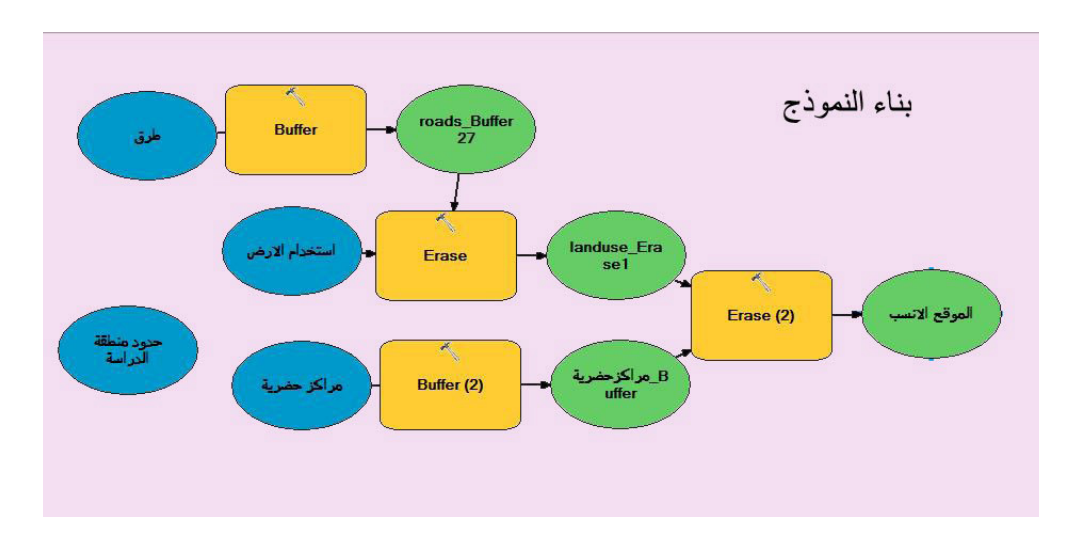
المصدر: جدول (5،6) ★ اعتمادا على Microsoft Excel 2010

من الجدول (8) المتعلق بحساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقيم المقدرة للإشعاع الشمسي تبين أن هناك اختلافا في قيم المتوسط الحسابي للمناطق المستهدفة بالدراسة خلال المدة الممتدة (2021 ـ 2023) بلغ المتوسط العام لمجموع القيم المقدرة لعام 2021 للمناطق سالفة الذكر (4.9) وبانحراف معياري (3.3)، في حين أن هاتين القيمتين انخفضتا عام 2022 حيث بلغ المتوسط العام (3.2)، والانحراف المعياري (2.6)، وذلك نتيجة لانخفاض قيم الإشعاع الشمسي المقدرة ويُلاحظ أن قيمة المتوسط قد بلغت (6.7) عام 2023 نظراً لارتفاع قيم الإشعاع الشمسي المقدرة في المناطق المدروسة، كما بلغ انحرافها المعياري (2.4).

11ـ نماذج الملاءمة النهائية لاختيار مواضع محطات الطاقة الشمسية:

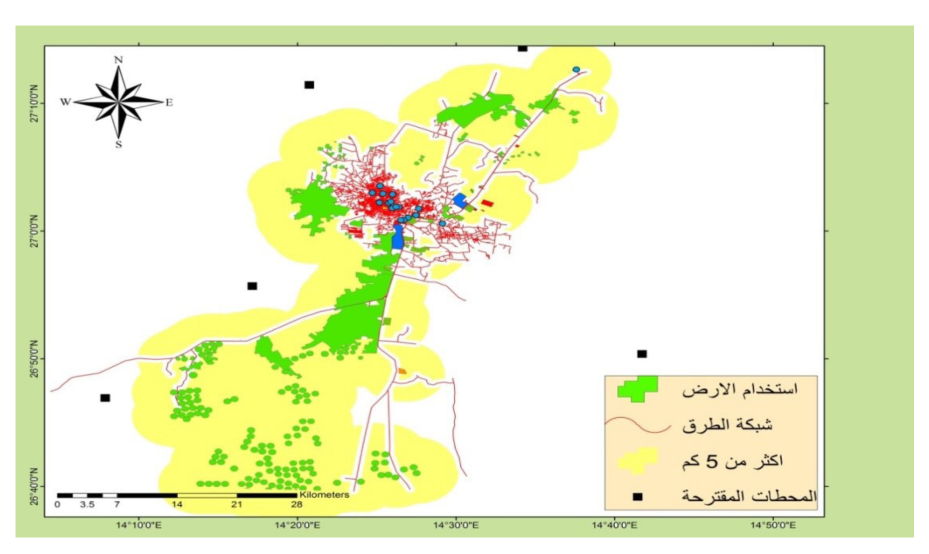
يعتمد بناء نموذج الملائمة النهائية في اختيار مواضع محطات الطاقة الشمسية على عدد من المعايير منها معايير تقنية ومعايير اقتصادية، وقيود طبيعية وبشرية، وتعتمد هذه المعايير على فئات ملائمة مكانية، كاستواء السطح الذي ستقام عليه المحطة وبعده عن المباني وقربه من خطوط الكهرباء، وبعده عن العوائق الطبيعية كالجبال والهضاب.

1.11ـ الملاءمة المكانية: تم التعامل في هذه الخطوة مع المخرجات التي تمت إعادة تصنيفها بعد عملية بناء النموذج Builder شكل (5)، تمهيدا لتطبيق تحليل الوزن والجمع، وتم الوصول للأداة من صندوق أدوات التحليل، والانتقال إلى Spatial Analysis ثم Overlay ومنه تم اختيار Weighted Overlay بعد عملية بناء النموذج الأشكال (6 – 7 – 8 – 9).



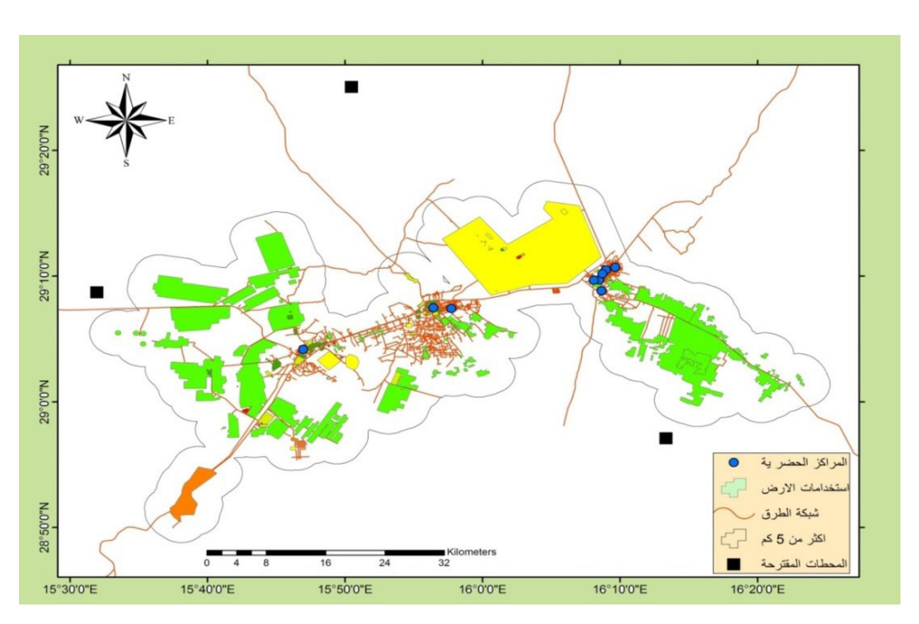
المصدر: برنامج Arc map10.5 ، شكل (5) بناء نموذج الملائمة Builder

2.11 ـ نموذج الملائمة النهائية:



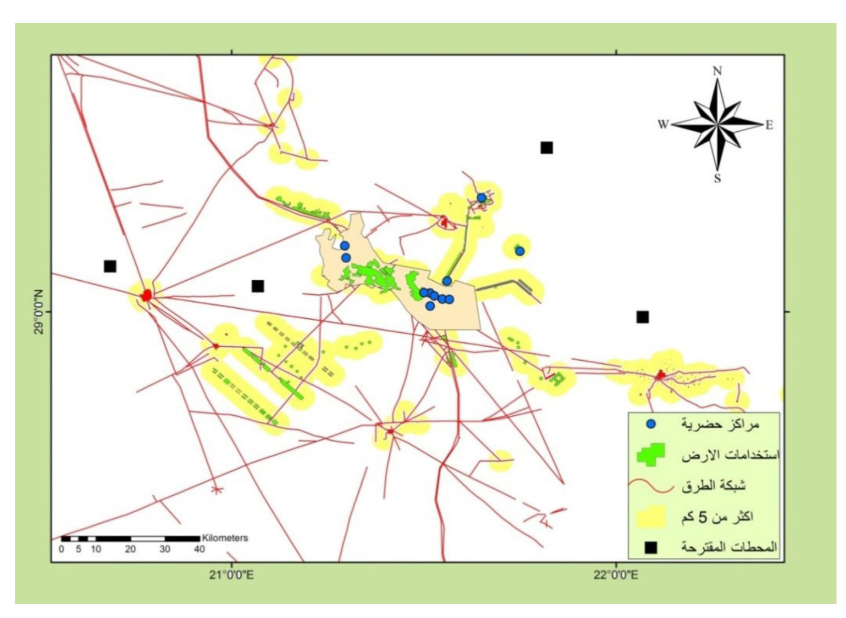
المصدر: برنامج Arc map10.5،

شكل (6) نموذج الملائمة النهائية لمدينة سبها.



المصدر: برنامج Arc map10.5

شكل (7) نموذج الملائمة النهائية لمنطقة هون (الجفرة).



المصدر: برنامج Arc map10.5

شكل (9) نموذج الملائمة النهائية لمدينة مرزق.

12ـ النتائج:

1ـ حققـت مدينـة مـرزق عـلى أعـلى قيمـة للإشـعاع الشـمسي المقـدر للشـهور عـام 2021 حيـث بلغـت (9.8) كيلـو واط سـاعة/م².

2 ـ تركـزت أعـلى قيمـة للإشـعاع الشـمسي المقـدر للشـهور في مدينـة مـرزق ووصلـت (6.6) كيلـو واط سـاعة/م² خـلال العـام 2022 .

3 ـ تركـزت أعـلى قيمـة للإشـعاع الشـمسي المقـدر للشـهور خـلال العـام 2023 في مدينـة هـون بمقـدار (9.4) كيلو واط سـاعة/م².

4 ـ يتركـز اعـلى متوسـط لقيـم الإشـعاع الشـمسي المقـدر لعـام 2021 مـا قيمتـه (9.8) في مدينـة مـرزق، في حـين أدنـى متوسـط بلـغ (2.3) في مدينـة سـبها.

5 ـ بلـغ أعـلى متوسـط لقيـم الإشـعاع الشـمسي المقـدر مـا قيمتـه (6.6) في مدينـة مـرزق لعـام 2022، أمـا أدنـى متوسـط للقيـم المقـدرة بلـغ (1.1) في مدينـة جالـو.

6 ـ سـجلت مدينـة هـون أعـلى متوسـط لقيـم الإشـعاع الشـمسي المقـدر بمقـدار (9.4) لعـام 2023، في حـين أن أدنـى متوسـط لنفـس العـام بلـغ (3.5) في مدينـة مـرزق.

13ـ التوصيات:

1 ـ استغلال دور الطاقة المتجددة في تنوع الاقتصاد المحلي وفائدتها الاجتماعية.

2 ـ تشـجيع البحـث والتطويـر في مجـال الطاقـات المتجـددة واسـتغلالها، خاصـة الطاقة الشمسـية مـن خـلال إنشـاء معاهـد ومراكـز وكليـات متخصصـة في هـذا المجال .

3 ـ إجراء المزيد من الدراسات لتحديد أفضل التطبيقات والتقنيات الخاصة باستغلال الإشعاع الشمسي والتي تتوافق مع طبيعة ومعطيات منطقة الدراسة.

4 ـ الاستفادة من تجارب الدول الأخرى في مجال الطاقة الشمسية لاسيما الدول العربية ذات الطبيعة الصحراوية التي تتشابه إلى حد كبير مع الظروف المناخية لمنطقة الدراسة.

14ـ المصادر والمراجع:

المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، (بيانات غير منشورة)، 1990ـ 2010.

الحـاج، عبـد السـلام محمـد (2016) اسـتخدام الطاقـات المتجـددة في تحقيـق التنمية المسـتدامة بالمنطقـة السـاحلية في وسـط ليبيـا، المؤتمـر العلمـي الرابـع للبيئـة والتنميـة المسـتدامة بالمناطـق الجافـة وشـبه الجافـة، اجدابيـا، المجلـد الرابـع، 22 نوفمبر.

الصيـد، عمـر عـلي إبراهيـم، (2018) دراسـة وتقييـم وضـع الطاقـة المتجـددة في البـلاد العربيـة ـ ليبيـا حالـة للدراسـة، مجلـة جامعـة بنغـازي الحديثـة للعلـوم والدراسـات الإنسـانية، العـدد الثالـث.

الغويـل، عبـد الباسـط محمـد، عمـار، حمـد سـالم (2016) حسـاب وتحليـل كميـة الإشـعاع الشـمسي الـكلي السـاقط عـلى السـطح الأفقـي لكليـة العلـوم زليتن باسـتخدام نوعـين لوحـدات القـدرة المسـتقبلة (السـليكون والكادميـوم تليرايـت)، مجلـة الجامعـة الأسـمرية للعلـوم الأساسـية والتطبيقيـة، العـدد الأول.

داود، جمعـة، وآخـرون ،2017 ، تحديـد أفضـل المواقـع لتجميـع الطاقـة الشمسـية في منطقـة مكـة المكرمـة الإداريـة باسـتخدام نظـم المعلومـات الجغرافيـة متعـددة المعايير،الملتقـى الوطنـي الحـادي عـشر لتطبيقـات نظـم المعلومـات الجغرافيـة، جامعـة الأمـام عبدالرحمـن بـن فيصـل.

فتحـي، هبـة اللـه، شـومان،محمد مـوسى (2009). المـردود البيئـي لاسـتخدامات الطاقـة الشمسـية في مـصر (رسـالة ماجسـتير غـير منشـورة)، قسـم العلوم الإنسـانية البيئيـة، معهـد الدراسـات والبحـوث البيئيـة جامعـة عـين شـمس.

قليـة، منصـور عـلي 2019، إمكانيـة اسـتخدام الطاقـة الشمسـية في ليبيـا، دراسـة في جغرافيـة الخدمـات مجلـة كليـات التربيـة جامعـة الزاويـة، العـدد التاسـع، نوفمـبر.

محمـود، عبدالحكيـم (2012) الطاقـة المتجـددة في الوطـن العربـي، المؤتمـر الـدولي للعلـوم التطبيقيـة والهندسـة والتكنولوجيـا والإدارة، مؤتمـر منظمـة المجتمـع العلمـي العربـي، دبـي، الأمـارات، 04 نوفمـبر.

مرعـي، حمـد عـلي (2018) الملائمـة المكانيـة لاختيـار محطـة طاقـة شمسـية لقريـة صيـدا، كليـة الاقتصـاد والعلـوم الاقتصاديـة، قسـم الجغرافيـا التطبيقيـة والجيوماتكـس، جامعـة النجـاح الوطنيـة،.

ندار،ابوبكـر عبيـدة ، بالحـاج، سـهام مفتـاح (2014) ،الطاقـة الشمسـية وسـبل اسـتغلالها في الجنـوب الليبـي لتحقيـق التنميـة المسـتدامة، المؤتمـر العلمـي الثانـي

لكليـة التربيـة العجيـلات والأول لقسـم الجغرافيـا تحـت عنـوان المقومـات الجغرافيـة والسياسـات الاقتصاديـة لليبيـا وأثرهـا في تحقيـق التنميـة المسـتدامة.

Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF (2018). GLOBAL TRENDS IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENT،

Papageorgas،Smart Solar Panels (2013) In-situ monitoring of photovoltaic panels based on wired and wireless sensor networks،TerraGreen 13 International Conference - Advancements in Renewable Energy and Clean Environment،

Rifkin, J. The hydrogen economy (2002) The creation of the world wide energy web and the redistribution of power on earth, Oxford.

data sources.com www.climate.